Aus der Königlichen Medizinischen Klinik zu Breslau.
Direktor: Geheimrat Prof. Dr. von Strümpell.

Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung der Röntgenstrahlen auf tierisches Blut

Inaugural-Dissertation

der

Hohen Medizinischen Fakultät
der Kgl. Universität Breslau

zur

Erlangung der Doktorwürde in der Chirurgie und Medizin

vorgelegt von

Abraham Tatarsky.

Leipzig, 1907
Verlag von Johann Ambrosius Barth.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Breslau.

Referent: **Professor Dr. von Strümpell, Dekan.**

Lebenslauf.

Ich, Abraham Tatarsky, wurde am 31. Dezember 1880 als Sohn des Kaufmanns Moisei Tatarsky in Bjelgorod, Gouv. Kursk, in Rußland geboren. Meine Vorbildung genoß ich im Elternhause und machte das Abiturіumexamen auf dem Gymnasium zu Bachmut, Gouv. Jekaterinoslaw zu Michaelis 1900. Darauf studierte ich in Breslau zehn Semester Medizin.

Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen folgender Herren Professoren und Privatdozenten:

Bonhöffer, Brefeld, Dienst, Filehne, Flügge, Gottstein, Groenouw, Hasse, Heine, Hinsberg, Hürtle, Kausch, Klingmüller, Kolaczek †, Krause, Kükentahl, Küstner, Ladenburg, Lesser, Meier, Müller, von Mikulicz-Radecki†, Neisser, Peter, Ponfik, Schaper †, Stern, von Strümpell, Uthoff, Winkler.

Allen meinen hochgeehrten Lehrern spreche ich an dieser Stelle meinen tiefgefühlten Dank aus.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548224_0093

Seit 3 Jahren wird nach dem Vorgange des Amerikaners Senn die Leukämie mit Röntgenstrahlen in vielen Fällen erfolgreich behandelt. Übereinstimmend fanden dabei die Autoren, daß selbst eine hochgradige Vermehrung der Leukozyten unter dem Einfluß der Röntgenstrahlen innerhalb kurzer Zeit, 1—3 Wochen, rapide zurückging, in einzelnen Fällen fast zur Norm. Die einzelnen Leukozytenformen reagierten in ungleicher Weise auf die Einwirkung der Röntgenstrahlen, wenigstens bei der gemischtzelligen Leukämie, wo die pathologischen Zellformen manchmal in sehr schnellem Tempo aus dem Blutbilde schwanden und den normalen, d. h. den neutrophilen Polymorphkernigen Platz machten. Anders gestaltete sich das Blutbild bei der lymphatischen Leukämie, bei welcher trotz hochgradiger Verminderung der Gesamtzahl der Leukozyten, mitunter auf subnormale Werte, die Prozentzahl der Lymphozyten beständig hoch blieb, und das Trockenpräparat mit Sicherheit eine pathologische Beschaffenheit des Blutes erkennen ließ.

Mit Abnahme der Gesamtzahl der Leukozyten trat stets eine Verkleinerung des Milztumors und der Drüsenschwellungen auf; die Erythrozyten vermehrten sich, und damit ging auch der Hämoglobingehalt des Blutes in die Höhe; die Patienten nahmen dabei an Gewicht zu, und in vielen Fällen wurde das Allgemeinbefinden der Patienten so weit gebessert, daß sie ihrem Beruf wieder nachkommen konnten.

Die Arbeiten von Wendel[1]), de la Camp[2]) und Paul Krause[3]) geben eine übersichtliche Zusammenfassung der bekannten Tatsachen.

Im Gegensatz zu den außerordentlich zahlreichen klinischen Mitteilungen über die Wirkung der Röntgenstrahlen auf das Blut

Die zur Untersuchung nötige Blutmenge wurde bei Hunden und Kaninchen durch Einstich in eine Ohrvene, bei Ratten und Mäusen durch Einschnitt in den Schwanz entnommen. Die Blutkörperchenzählungen wurden mittels des Zeiß-Thomasschen Zählapparats vorgenommen. Der Hämoglobingehalt wurde mit dem Shalischen Hämoglobinometer, das spezifische Gewicht des Blutes durch Benzol-Chloroformmischung bestimmt. Es wurden ferner Trockenausstrichpräparate angelegt und nach Mai-Grünwald-Methode gefärbt, und dann unter dem Mikroskop die einzelnen Leukozytenformen ausgezählt.

Versuch I. Kaninchen I. Weißes Tier. Weibchen.

Bei dem Versuchstier wurden längere Zeit vor dem Beginn der Bestrahlung Blutuntersuchungen vorgenommen, um festzustellen, ob auch bei nicht bestrahlten Tieren Schwankungen der einzelnen Blutbestandteile vorkommen können. Es hat sich hierbei herausgestellt, wie aus der beigefügten Tabelle zu ersehen ist, daß die Tagesschwankungen der Leukozytenzahl nicht unbeträchtlich sind und ca. 2000 Zellen per cbmm betragen können. Die Erythrozyten dagegen zeigten keine größeren Schwankungen, die nicht durch Fehlerquellen der Zählmethode ohne Zwang zu erklären wären. Der Hämoglobingehalt und das spezifische Gewicht des Blutes in der ganzen Beobachtungszeit vor dem Beginn der Bestrahlung veränderten sich wenig und blieben ungefähr konstant.

Versuchsanordnung:

Das Kaninchen wurde in seitlicher Lage (mit der linken Seite nach oben) auf einem Brett aufgespannt und mit der großen Müllerschen Wasserkühlröhre bestrahlt. Die Röhre wurde so arrangiert, daß die Antikathode senkrecht zur Milzregion stand. Die Milzgegend wurde frei gelassen, dagegen der ganze übrige Körper mit dicken Staniollagen abgedeckt und so vor der direkten Einwirkung der Röntgenstrahlen geschützt.

Das Tier wurde nun in täglichen Sitzungen, zuerst je 15 Minuten, später je 20 Minuten, bestrahlt. Es wurden täglich Zählungen vor der Bestrahlung, sofort nach derselben, und dann in verschiedenen Zeitabständen vorgenommen. Die Gesamtdauer der Bestrahlung betrug in 20 Tagen 260 Minuten.

Den Überblick über die Blutbefunde während und nach der Bestrahlung gibt die nachstehende Tabelle.

Seit 3 Jahren wird nach dem Vorgange des Amerikaners Senn die Leukämie mit Röntgenstrahlen in vielen Fällen erfolgreich behandelt. Übereinstimmend fanden dabei die Autoren, daß selbst eine hochgradige Vermehrung der Leukozyten unter dem Einfluß der Röntgenstrahlen innerhalb kurzer Zeit, 1—3 Wochen, rapide zurückging, in einzelnen Fällen fast zur Norm. Die einzelnen Leukozytenformen reagierten in ungleicher Weise auf die Einwirkung der Röntgenstrahlen, wenigstens bei der gemischtzelligen Leukämie, wo die pathologischen Zellformen manchmal in sehr schnellem Tempo aus dem Blutbilde schwanden und den normalen, d. h. den neutrophilen Polymorphkernigen Platz machten. Anders gestaltete sich das Blutbild bei der lymphatischen Leukämie, bei welcher trotz hochgradiger Verminderung der Gesamtzahl der Leukozyten, mitunter auf subnormale Werte, die Prozentzahl der Lymphozyten beständig hoch blieb, und das Trockenpräparat mit Sicherheit eine pathologische Beschaffenheit des Blutes erkennen ließ.

Mit Abnahme der Gesamtzahl der Leukozyten trat stets eine Verkleinerung des Milztumors und der Drüsenschwellungen auf; die Erythrozyten vermehrten sich, und damit ging auch der Hämoglobingehalt des Blutes in die Höhe; die Patienten nahmen dabei an Gewicht zu, und in vielen Fällen wurde das Allgemeinbefinden der Patienten so weit gebessert, daß sie ihrem Beruf wieder nachkommen konnten.

Die Arbeiten von Wendel[1]), de la Camp[2]) und Paul Krause[3]) geben eine übersichtliche Zusammenfassung der bekannten Tatsachen.

Im Gegensatz zu den außerordentlich zahlreichen klinischen Mitteilungen über die Wirkung der Röntgenstrahlen auf das Blut

Die zur Untersuchung nötige Blutmenge wurde bei Hunden und Kaninchen durch Einstich in eine Ohrvene, bei Ratten und Mäusen durch Einschnitt in den Schwanz entnommen. Die Blutkörperchenzählungen wurden mittels des Zeiß-Thomasschen Zählapparats vorgenommen. Der Hämoglobingehalt wurde mit dem Shalischen Hämoglobinometer, das spezifische Gewicht des Blutes durch Benzol-Chloroformmischung bestimmt. Es wurden ferner Trockenausstrichpräparate angelegt und nach Mai-Grünwald-Methode gefärbt, und dann unter dem Mikroskop die einzelnen Leukozytenformen ausgezählt.

Versuch I. Kaninchen I. Weißes Tier. Weibchen.

Bei dem Versuchstier wurden längere Zeit vor dem Beginn der Bestrahlung Blutuntersuchungen vorgenommen, um festzustellen, ob auch bei nicht bestrahlten Tieren Schwankungen der einzelnen Blutbestandteile vorkommen können. Es hat sich hierbei herausgestellt, wie aus der beigefügten Tabelle zu ersehen ist, daß die Tagesschwankungen der Leukozytenzahl nicht unbeträchtlich sind und ca. 2000 Zellen per cbmm betragen können. Die Erythrozyten dagegen zeigten keine größeren Schwankungen, die nicht durch Fehlerquellen der Zählmethode ohne Zwang zu erklären wären. Der Hämoglobingehalt und das spezifische Gewicht des Blutes in der ganzen Beobachtungszeit vor dem Beginn der Bestrahlung veränderten sich wenig und blieben ungefähr konstant.

Versuchsanordnung:

Das Kaninchen wurde in seitlicher Lage (mit der linken Seite nach oben) auf einem Brett aufgespannt und mit der großen Müllerschen Wasserkühlröhre bestrahlt. Die Röhre wurde so arrangiert, daß die Antikathode senkrecht zur Milzregion stand. Die Milzgegend wurde frei gelassen, dagegen der ganze übrige Körper mit dicken Staniollagen abgedeckt und so vor der direkten Einwirkung der Röntgenstrahlen geschützt.

Das Tier wurde nun in täglichen Sitzungen, zuerst je 15 Minuten, später je 20 Minuten, bestrahlt. Es wurden täglich Zählungen vor der Bestrahlung, sofort nach derselben, und dann in verschiedenen Zeitabständen vorgenommen. Die Gesamtdauer der Bestrahlung betrug in 20 Tagen 260 Minuten.

Den Überblick über die Blutbefunde während und nach der Bestrahlung gibt die nachstehende Tabelle.

Tabelle I.

Datum	Hämoglobin %	Spez. Gewicht	Erythrozyten	Leukozyten	Lymphozyten %	Polynukl. Leukoz. %	Übergangsformen %	Mastzellen %	Dauer Min.	Bemerkungen
2./8.05	66	—	5410000	11400	—	—	—	—	—	
3./8.	68	—	5320000	10300	—	—	—	—	—	
4./8.	64	—	4856000	8100	—	—	—	—	—	
5./8.	60	1048	4168000	10000	—	—	—	—	—	
7./8.	63	1048	4608000	11800	—	—	—	—	—	
8./8.	62	1049	4912000	9700	—	—	—	—	—	
9./8.	62	1048	—	9400	—	—	—	—	—	
10./8.	60	—	4856000	9700	34	56	2	8	—	Vor der Bestrahlung.
„	60	1047	4904000	8800	40	56	2	2	15	Sofort nach der Bestrahl.
11./8.	60	1049	5120000	6700	—	—	—	—	—	Vor „ „
„	60	1048	5056000	6300	36	62	—	2	30	Sofort nach „ „
„	—	—	—	5000	—	—	—	—	—	3 Std. „ „ „
„	—	—	—	5000	—	—	—	—	—	6 „ „ „ „
„	—	—	—	5600	—	—	—	—	—	9 „ „ „ „
12./8.	60	—	4680000	5300	47	48	1	4	—	Vor „ „
„	62	—	4704000	4100	—	—	—	—	45	Sofort „ „ „
14./8.	65	1048	—	5200	—	—	—	—	—	Vor „ „
„	65	1049	5290000	5500	—	—	—	—	60	Sofort „ „ „
„	—	—	—	7200	30	69	1	—	—	1 Std. „ „ „
„	—	—	—	4700	—	—	—	—	—	6 „ „ „ „
16./8.	67	1051	4672000	5500	56	42	1	1	—	Vor „ „
„	65	1050	4528000	5000	—	—	—	—	80	Sofort „ „ „
17./8.	66	—	4528000	4200	—	—	—	—	—	Vor „ „
„	65	—	4432000	3800	—	—	—	—	100	Sofort „ „ „
„	—	—	—	5000	—	—	—	—	—	1 Std. „ „ „
18./8.	60	—	4256000	2900	—	—	—	—	—	Vor „ „
„	60	—	3696000	2400	—	—	—	—	120	Sofort „ „ „
„	—	—	—	6800	—	—	—	—	—	1 Std. „ „ „
19./8.	62	—	3992000	2900	41	56,5	1,5	1	—	Vor „ „
„	63	—	4120000	3100	—	—	—	—	140	Sofort „ „ „
„	—	—	—	3600	—	—	—	—	—	1 Std. „ „ „
„	—	—	—	4000	—	—	—	—	—	8 „ „ „ „
21./8.	63	1049	4630000	4000	38	59	1	2	—	Vor „ „
„	61	1048	4064000	4200	—	—	—	—	160	1 Std. „ „ „
22./8.	—	—	—	4000	—	—	—	—	—	Nach „ „
„	—	—	—	4600	—	—	—	—	180	5 Std. „ „ „
23./8.	63	—	3980000	3700	45	54	1	—	—	Vor „ „
„	—	—	—	4200	—	—	—	—	200	1½ Std. „ „ „
24./8.	62	1046	4168000	3800	—	—	—	—	—	Vor „ „
„	—	—	—	4000	—	—	—	—	220	1 Std. „ „ „
25./8.	66	—	4272000	5500	42	56	1	1	—	Vor „ „
„	—	—	—	4800	—	—	—	—	240	Sofort „ „ „
„	—	—	—	7000	—	—	—	—	—	2 Std. „ „ „
26./8.	58	—	4240000	3200	—	—	—	—	—	Nicht bestrahlt.
28./8.	61	1047	4047000	2500	—	—	—	—	—	Vor der Bestrahlung.
„	—	—	—	3800	29	68	—	3	260	1 Std. nach der Bestrahl.
30./8.	67	—	4608000	3800	—	—	—	—	—	Vor „ „

23. VIII. 05. Lymphozyten prozentualiter vermehrt (46 %). Man trifft jetzt wiederum alle drei Größen derselben an. Einige Lymphozyten haben protoplasmatische Abschnürungen, welche kappenartig dem Zelleibe aufsitzen, sonst keine Degenerationserscheinungen. Polymorphkernige wie vorher.

24. VIII. Ein kernhaltiger Erythrozyt, sonst keine sichtbaren Veränderungen an den Erythrozyten. Im Präparat sind nur wenige Exemplare von weißen Blutkörperchen. Die Lymphozyten zeigen nichts Abnormes, ebenso weisen die Polymorphkernigen keine Veränderungen auf.

Versuch 15. Braunes Kaninchen IV, Männchen, und

Versuch 16. Graues Kaninchen V, Weibchen.

Die beiden Tiere wurden zu gleicher Zeit derartig bestrahlt, daß sie zusammen in einen ziemlich engen Holzkasten hingesetzt wurden, welcher den Versuchstieren nur eine sehr geringe Beweglichkeit gestattete. Bei der Bestrahlung wurde die große Müllersche Wasserkühlröhre angewandt. Kathodenabstand 25 cm. Gesamtdauer der Bestrahlung betrug beim Versuch 15 25 Stunden, beim Versuch 16 nur 10 Stunden.

Über den Blutbefund orientieren die nachstehenden Tabellen.

Tabelle III.

Datum	Hämoglobin %	Erythrozyten	Leukozyten	Lymphozyten %	Polinukl. Leukoz. %	Übergangsformen %	Mastzellen %	Myelozyten und Myeloblasten %	Dauer Sdt.	Bemerkungen
7./8.06	85	5 300 000	11 600	62	38	—	0,5	—	—	Vor der Bestrahlung.
„	—	—	7 300	46	54	—	—	—	2	Sofort nach der Bestrahl.
8./8.	80	4 200 000	6 700	50	49	—	1	—	—	Vor „ „
„	—	—	5 000	52	47	—	1	—	+ 2½	Sofort „ „ „
„	—	—	8 200	21	78	0,5	0,5	—	+ 3½	¼ Std. „ „ „
„	—	—	11 600	15	82	1	1,5	—	+ 5	½ „ „ „ „
9./8.	78	3 200 000	4 800	10	85	1	4	—	—	Vor „ „
„	—	—	7 100	15	85	—	—	—	+ 3	Sofort „ „ „
10./8.	—	2 800 000	1 100	20	70	—	10	—	—	Vor „ „
„	—	—	900	14	85	—	1	—	+ 3	¾ Std. „ „ „
„	—	—	1 700	26	74	—	—	—	+ 1	Sofort „ „ „
11./8.	82	4 160 000	6 000	30	65	—	—	5	—	Vor „ „
„	—	—	5 000	15	70	—	2	13	+ 2	Sofort „ „ „
„	—	—	4 000	3	58	1,5	2,5	35	+ 3	„ „ „ „

Tabelle I.

Datum	Hämoglobin %	Spez. Gewicht	Erythrozyten	Leukozyten	Lymphozyten %	Polynukl. Leukoz. %	Übergangsformen %	Mastzellen %	Dauer Min.	Bemerkungen
2./8.05	66	—	5410000	11400	—	—	—	—	—	
3./8.	68	—	5320000	10300	—	—	—	—	—	
4./8.	64	—	4856000	8100	—	—	—	—	—	
5./8.	60	1048	4168000	10000	—	—	—	—	—	
7./8.	63	1048	4608000	11800	—	—	—	—	—	
8./8.	62	1049	4912000	9700	—	—	—	—	—	
9./8.	62	1048	—	9400	—	—	—	—	—	
10./8.	60	—	4856000	9700	34	56	2	8	—	Vor der Bestrahlung.
„	60	1047	4904000	8800	40	56	2	2	15	Sofort nach der Bestrahl.
11./8.	60	1049	5120000	6700	—	—	—	—	—	Vor „ „
„	60	1048	5056000	6300	36	62	—	2	30	Sofort nach „ „
„	—	—	—	5000	—	—	—	—	—	3 Std. „ „ „
„	—	—	—	5000	—	—	—	—	—	6 „ „ „ „
„	—	—	—	5600	—	—	—	—	—	9 „ „ „ „
12./8.	60	—	4680000	5300	47	48	1	4	—	Vor „ „
„	62	—	4704000	4100	—	—	—	—	45	Sofort „ „ „
14./8.	65	1048	—	5200	—	—	—	—	—	Vor „ „
„	65	1049	5290000	5500	—	—	—	—	60	Sofort „ „ „
„	—	—	—	7200	30	69	1	—	—	1 Std. „ „ „
„	—	—	—	4700	—	—	—	—	—	6 „ „ „ „
16./8.	67	1051	4672000	5500	56	42	1	1	—	Vor „ „
„	65	1050	4528000	5000	—	—	—	—	80	Sofort „ „ „
17./8.	66	—	4528000	4200	—	—	—	—	—	Vor „ „
„	65	—	4432000	3800	—	—	—	—	100	Sofort „ „ „
„	—	—	—	5000	—	—	—	—	—	1 Std. „ „ „
18./8.	60	—	4256000	2900	—	—	—	—	—	Vor „ „
„	60	—	3696000	2400	—	—	—	—	120	Sofort „ „ „
„	—	—	—	6800	—	—	—	—	—	1 Std. „ „ „
19./8.	62	—	3992000	2900	41	56,5	1,5	1	—	Vor „ „
„	63	—	4120000	3100	—	—	—	—	140	Sofort „ „ „
„	—	—	—	3600	—	—	—	—	—	1 Std. „ „ „
„	—	—	—	4000	—	—	—	—	—	8 „ „ „ „
21./8.	63	1049	4630000	4000	38	59	1	2	—	Vor „ „
„	61	1048	4064000	4200	—	—	—	—	160	1 Std. „ „ „
22./8.	—	—	—	4000	—	—	—	—	—	Nach „ „
„	—	—	—	4600	—	—	—	—	180	5 Std. „ „ „
23./8.	63	—	3980000	3700	45	54	1	—	—	Vor „ „
„	—	—	—	4200	—	—	—	—	200	1½ Std. „ „ „
24./8.	62	1046	4168000	3800	—	—	—	—	—	Vor „ „
„	—	—	—	4000	—	—	—	—	220	1 Std. „ „ „
25./8.	66	—	4272000	5500	42	56	1	1	—	Vor „ „
„	—	—	—	4800	—	—	—	—	240	Sofort „ „ „
„	—	—	—	7000	—	—	—	—	—	2 Std. „ „ „
26./8.	58	—	4240000	3200	—	—	—	—	—	Nicht bestrahlt.
28./8.	61	1047	4047000	2500	—	—	—	—	—	Vor der Bestrahlung.
„	—	—	—	3800	29	68	—	3	260	1 Std. nach der Bestrahl.
30./8.	67	—	4608000	3800	—	—	—	—	—	Vor „ „

23. VIII. 05. Lymphozyten prozentualiter vermehrt (46 %). Man trifft jetzt wiederum alle drei Größen derselben an. Einige Lymphozyten haben protoplasmatische Abschnürungen, welche kappenartig dem Zelleibe aufsitzen, sonst keine Degenerationserscheinungen. Polymorphkernige wie vorher.

24. VIII. Ein kernhaltiger Erythrozyt, sonst keine sichtbaren Veränderungen an den Erythrozyten. Im Präparat sind nur wenige Exemplare von weißen Blutkörperchen. Die Lymphozyten zeigen nichts Abnormes, ebenso weisen die Polymorphkernigen keine Veränderungen auf.

Versuch 15. Braunes Kaninchen IV, Männchen, und

Versuch 16. Graues Kaninchen V, Weibchen.

Die beiden Tiere wurden zu gleicher Zeit derartig bestrahlt, daß sie zusammen in einen ziemlich engen Holzkasten hingesetzt wurden, welcher den Versuchstieren nur eine sehr geringe Beweglichkeit gestattete. Bei der Bestrahlung wurde die große Müllersche Wasserkühlröhre angewandt. Kathodenabstand 25 cm. Gesamtdauer der Bestrahlung betrug beim Versuch 15 25 Stunden, beim Versuch 16 nur 10 Stunden.

Über den Blutbefund orientieren die nachstehenden Tabellen.

Tabelle III.

Datum	Hämoglobin %	Erythrozyten	Leukozyten	Lymphozyten %	Polinukl. Leukoz. %	Übergangsformen %	Mastzellen %	Myelozyten und Myeloblasten %	Dauer Sdt.	Bemerkungen
7./8.06	85	5 300000	11600	62	38	—	0,5	—	—	Vor der Bestrahlung.
„	—	—	7300	46	54	—	—	—	2	Sofort nach der Bestrahl.
8./8.	80	4200000	6700	50	49	—	1	—	—	Vor „ „
„	—	—	5000	52	47	—	1	—	+ 2½	Sofort „ „ „
„	—	—	8200	21	78	0,5	0,5	—	+ 3½	¼ Std. „ „ „
„	—	—	11600	15	82	1	1.5	—	+ 5	½ „ „ „ „
9./8.	78	3200000	4800	10	85	1	4	—	—	Vor „ „
„	—	—	7100	15	85	—	—	—	+ 3	Sofort „ „ „
10./8.	—	2800000	1100	20	70	—	10	—	—	Vor „ „
„	—	—	900	14	85	—	1	—	+ 3	¾ Std. „ „ „
„	—	—	1700	26	74	—	—	—	+ 1	Sofort „ „ „
11./8.	82	4160000	6000	30	65	—	—	5	—	Vor „ „
„	—	—	5000	15	70	—	2	13	+ 2	Sofort „ „ „
„	—	—	4000	3	58	1,5	2,5	35	+ 3	„ „ „ „

Tabelle IV.

Datum	Hämoglobin %	Erythrozyten	Leukozyten	Lymphozyten %	Polynukl. Leukoz. %	Übergangsformen %	Mastzellen %	Dauer Std.	Bemerkungen
7./8.06	84	5240000	11700	42	56	1	1	—	Vor der Bestrahlung.
„	—	—	12400	22	76	1,5	0,5	2	½ Std. nach der Bestrahl.
8./8.	75	4120000	5400	52	46	—	2	—	Vor „ „
„	—	—	3800	21	74	1	4	+ 2½	¼ Std. „ „ „
„	—	—	4800	14	81	1	3	+ 3½	Sofort „ „ „
„	—	—	6800	13	85	1	1	—	¾ Std. „ „ „
9./8.	78	3420000	3200	14	83	1	2	—	Vor „ „
„	—	—	6800	11	83	—	7	+ 2½	½ Std. „ „ „
10./8.	—	4500090	1500	40	58	2	—	—	12 „ „ „ „
11./8.	72	4500000	1100	54	32	—	12	—	40 „ „ „ „
13./8.	100	5700000	8200	20	67	4	9	—	64 „ „ „ „
15./8.	—	5500000	7400	11	81	3	3	—	110 „ „ „ „

In den folgenden ausführlichen Notizen sollen die Veränderungen an den einzelnen Blutkörperchen respektive dessen Bestandteilen zur Sprache kommen.

Versuch 15. 6. VIII. 06. Vor der Bestrahlung.

Die roten Blutkörperchen zeigen eine schwach angedeutete Polychromatophilie. Die polychromatophilen Erythrozyten übertreffen an Größe die normal gefärbten; die letzteren sind rund, gleichmäßig groß, nehmen gut die Eosinfärbung auf. Im Präparate sind mehrere (vier) kernhaltige Erythrozyten.

Das Blutbild der weißen Blutkörperchen beherrschen zurzeit die Lymphozyten, welche meist klein sind — etwas größer wie ein Erythrozyt — zum Teil mittelgroß von der Größe eines Polymorphkernigen. Die Lymphozyten haben fast ausnahmslos kreisrunde Form und färben sich intensiv blau. Ganz vereinzelt ein Lymphozyt mit protoplasmatischen Abschnürungen, die kappenartig dem Zellleibe aufsitzen. Die Polymorphkernigen zeigen gut gefärbte und gut differenzierte Kerne und pseudoeosinophile Granula im Zellprotoplasma. Blutplättchen in normaler Zahl und Form vorhanden.

7. VIII. 06. Sofort nach zweistündiger Bestrahlung:

Mehrere kernhaltige rote (6) Bl. Schwach angedeutete Polychromatophilie. Die Polymorphkernigen zeigen keine Besonderheiten, sind gut gefärbt und mit scharf abgrenzbaren schön blau gefärbten Kernen. Die meisten Zellen haben 2—3 gesonderte Kernteile. Lym-

phozyten prozentualiter vermindert, sonst keine Degenerationserscheinungen. Blutplättchen scheinen etwas vermehrt zu sein.

8. VIII. 06. Vor der Bestrahlung:

Schwach angedeutete Polychromatophilie. Die kernhaltigen Roten in größerer Zahl, ca. 25, im Präparate vorhanden. Die Polymorphkernigen sowie die Lymphozyten zeigen nichts Abnormes. Blutplättchen vermehrt.

8. VIII. 06. Sofort nach $2^1/_2$ stündiger Bestrahlung:

Polychromatophilie. Einzelne Erythrozyten haben meist exzentrisch gelagerte, kleine (von der Größe eines Blutplättchens) intensiv blau gefärbte Chromatinkörnchen; daneben ziemlich viel kernhaltige Rote. Die Polymorphkernigen weisen nichts Abnormes auf. Lymphozyten zeigen zurzeit verschieden große Formen: kleine — nur in geringer Zahl — mittelgroße und große. Blutplättchen sind sehr stark vermehrt.

8. VIII. 06. Eine Viertelstunde nach $3^1/_2$ stündiger Bestrahlung:

Die Polychromatophilie deutlich ausgesprochen. Erythrozyten, auch die kernhaltigen, so wie vorhin. Die roten Blutkörperchen mit Chromatinkörncheneinschluß sind fast alle bläulich gefärbt (polychromatophil). Die polychromatophilen Zellen übertreffen an Größe die normal rosa gefärbten, einige sogar um mehr als das Doppelte; man kommt in Versuchung, sie mit schlecht gefärbten Lymphozyten zu verwechseln. Die weißen Zellen zeigen einen Rückgang der Lymphozyten und eine Zunahme der Polymorphkernigen. Sonst keine Besonderheiten. Blutplättchen auch jetzt noch vermehrt.

8. VIII. 06. Eine halbe Stunde nach 6stündiger Bestrahlung:

Die Erythrozyten zeigen zurzeit weniger kernhaltige, dagegen haben sich die Zellen mit Chromatinkörncheneinschluß ansehnlich vermehrt. Einzelne freie Chromatinkörnchen. Polychromatophilie. Die Polymorphkernigen, welche 85 % aller Weißen ausmachen, zeigen bedeutend höher differenzierte Kerne. Die meisten Zellen haben 3—4 gesonderte Kernteile, aber auch solche mit 5—6 Kernteilen sind anzutreffen. Bei den Lymphozyten ein deutliches Vorherrschen der großen. Kleine Lymphozyten sind nicht mehr im Präparate zu sehen. Mastzellen mit ihren schönen intensiv blauen Granulis sind vermehrt (siehe Tabelle). Ganz vereinzelte Leukozytenschatten. Blutplättchen deutlich vermehrt.

9. VIII. 06. Sofort nach dreistündiger Bestrahlung:

Polychromatophilie noch deutlich ausgesprochen. Nur zwei kernhaltige Erythrozyten im Präparat; die Roten mit Chromatinkörncheneinschluß sind ebenfalls vermindert. Die Polymorphkernigen

haben weitere Fortschritte in der Entwicklung ihrer Kerne gemacht. Die meisten von ihnen haben 4—5, einige sogar 7—8 gesonderte Kernteile. Lymphozyten so wie vorher. Blutplättchen noch deutlich vermehrt.

10. VIII. 06. Vor der Bestrahlung:

Nur noch schwach angedeutete Polychromatophilie. Keine Normoblasten. Keine Erythrozyten mit Chromatinkörncheneinschluß. Im Präparat auffallend wenig weiße Blutkörperchen, jedoch sind die vorhandenen ausnahmslos gut erhalten, die Polymorphkernigen, sowie die Lymphozyten. Blutplättchen enorm vermehrt.

10. VIII. 06. $^3/_4$ Stunden nach dreistündiger Bestrahlung:

Polychromatophilie etwas deutlicher wie vorhin, sonst sind die Erythrozyten ohne Besonderheiten. Die Polymorphkernigen zeigen hoch modifizierte Kerne. 1 Myelozyt. Einzelne Lymphozyten sind mit protoplasmatischen Abschnürungen versehen. Blutplättchen vermehrt.

10. VIII. 06. Sofort nach einstündiger weiterer Bestrahlung:

Die Erythrozyten so wie vorher. Die Weißen zeigen eine prozentweise Vermehrung der Lymphozyten, welche zum Teil längsovale Formen darstellen; einige Lymphozyten mit protoplasmatischen Abschnürungen. Sonst keine Degenerationserscheinungen. Die Polymorphkernigen ohne Besonderheiten. Blutplättchen sind etwas weniger wie vorher, aber noch deutlich vermehrt.

11. VIII. 06. Vor der Bestrahlung:

Polychromatophilie wieder ganz deutlich ausgesprochen. Einzelne Erythrozyten mit Chromatinkörncheneinschluß. Im Präparate sind mit ganzen nur 40 weiße Blutzellen, aber keine Degenerationserscheinungen an denselben. Die Lymphozyten zeigen meist große Zellen mit schwach gefärbtem Kern und dunklerem Protoplasmasaum. Einige (3) Myelozyten.

11. VIII. 06. Sofort nach zweistündiger Bestrahlung:

Polychromatophilie. Einzelne kernhaltige Rote. Ziemlich viel Erythrozyten mit Chromatinkörncheneinschluß. Einzelne punktierte, d. h. mit basophilen Granulis versehene Erythrozyten. Bei den Weißen fällt eine starke Vermehrung der großen Mononukleären auf. Es sind große Zellen mit gut blau gefärbtem Kern, der manchmal eine Einbuchtung zeigt, und mächtigem basophil gekörntem Protoplasma. Einzelne dieser Zellen haben zwei sich berührende Kerne; was wahrscheinlich auf Teilungsvorgänge zu beziehen ist; andere haben protoplasmatische Abschnürungen an dem Zellrande. Einige sind wieder nicht kreisrund, sondern mehr längsoval. Es handelt

sich somit nicht um große Lymphozyten im eigentlichen Sinne, wohl aber um diejenigen großen, basophilen, mononukleären Leukozyten, die von Nägeli als Myeloblasten bezeichnet worden sind.

Die Annahme, daß es sich hier um Myeloblasten handelt, ist um so mehr berechtigt, da man auch solche Exemplare antrifft, an denen der Übergang dieser Zellen in Myelozyten zu konstatieren ist. Die eine Hälfte des Protoplasmas ist nämlich noch blau gefärbt, die andere dagegen zeigt schon die pseudoeosinophilen Granula. Daneben finden sich typische Myelozyten mit deutlichen pseudoeosinophilen Granulis; an einigen von ihnen sind Teilungsvorgänge zu bemerken Einzelne Polymorphkernige sind auffallend klein, von der Größe eines Erythrozyten und kleiner; sie zeigen mehrere intensiv blau gefärbte, kleine Kernteile und pseudoeosinophile Granula. Einige Polymorphkernige haben 7—8 gesonderte Kernteile. Lymphozyten sind sehr wenig, mittelgroß. Mastzellen relativ vermehrt. Blutplättchen vermindert.

11. VIII. 06. Sofort nach weiterer dreistündiger Bestrahlung: Erythrozyten zeigen eine deutliche Polychromatophilie. Einzelne rote Blutkörperchen mit Chromatinkörncheneinschluß. Keine kernhaltigen.

Die Polymorphkernigen zeigen keine Besonderheiten, sind meist mit hochmodifiziertem Kern versehen.

Große Mononukleäre, wie sie oben beschrieben waren, sind in ziemlich großer Zahl vorhanden; die Lymphozyten dagegen stark vermindert: nur noch wenige mittelgroße Zellen sind im Präparate zu sehen. Mehrere typische Myelozyten, pseudoeosinophil granuliert. Blutplättchen vermehrt.

Die morphologischen Veränderungen an den einzelnen Blutbestandteilen beim Versuch 16 entsprechen im allgemeinen denen des vorangegangenen Versuches 15 so genau, daß es genügt, auf die geringen abweichenden Ergebnisse aufmerksam zu machen.

Die Polychromatophilie der roten Blutkörperchen war bei diesem Versuch zu Anfang der Bestrahlung nur schwach angedeutet, um schließlich gänzlich zu verschwinden. Die Normoblasten, welche nur in ganz geringer Zahl vorhanden waren, waren ebenfalls im Blutbilde später nicht mehr anzutreffen. Erythrozyten mit Chromatinkörncheneinschluß traten nur am 11. VIII. 06 in ganz geringer Zahl auf, sonst fehlten sie überhaupt.

Das Gesamtbild der Weißen deckte sich vollkommen mit dem des Versuches 15: Allmähliche Höherdifferenzierung der Kerne der

Polymorphkernigen, Verschiebung der einzelnen Leukozytenarten zugunsten der Polymorphkernigen und zuletzt das Auftreten der großen Zellen, Myeloblasten und typischer Myelozyten, welch letztere entsprechend der kürzeren Bestrahlungsdauer an Zahl gegenüber denen des Versuches 15 zurückstanden.

Blutplättchen waren auch bei diesem Versuche während der ganzen Beobachtungszeit vermehrt.

Versuch III. Schwarzer Schäferhund I.

Um die Bestrahlung bei dem ungewöhnlich unruhigen Tiere möglich zu machen, werden demselben subkutan drei kleine Spritzen 4%iger Morphiumlösung mit 2%igem Skopolamin verabreicht. — Es ist auffallend, wie gut die größeren Morphiumdosen von den Tieren vertragen wurden, die ohne Skopolamin fast gar nicht zur Narkose zu bringen waren. — Es folgte darauf nach fünf Minuten starkes Erbrechen, und eine halbe Stunde später verfiel das Tier in einen tiefen Schlaf. Das Tier wird nun in der Seitenlage, ohne den übrigen Körper mit Bleiplatten zu schützen, so bestrahlt, daß die Antikathode der großen Müllerschen Wasserkühlröhre senkrecht zu der Milzregion eingestellt wird. Das ganze Bestrahlungsarrangement sonst wie oben besprochen.

Die nachfolgende Tabelle gibt den Aufschluß über die Blutbefunde während der ganzen Beobachtungszeit an:

Tabelle V.

Datum	Hämoglobin %	Spez. Gewicht	Erythrozyten	Leukozyten	Lymphozyten %	Polynukl. Leukoz. %	Übergangsformen %	Eosinophile L. %	Dauer Std.	Bemerkungen
16./8. 05	102	1059	6080000	12600	26	60	2	12	—	
24./8.	103	1060	6152000	12000	26	62	2	10	—	Vor der Bestrahlung.
„	—	—	—	16800	—	—	—	—	2	Sofort nach der Bestrahl.
„	—	—	—	17800	6	90	2	2	+ 3½	1 Std. „ „ „
25./8.	110	—	5936000	11800	20	76	2	2	—	Vor „ „
„	—	—	—	13100	—	—	—	—	+ 4½	Sofort „ „ „
26./8.	123	1065	6288000	6700	24	64	8	4	—	18 Std. „ „ „
27./8.	118	1063	7056000	4600	28	56	6	10	—	42 „ „ „ „

In morphologischer Beziehung waren folgende Veränderungen zu konstatieren:

24. VIII. 05. Blutbefund vor der Bestrahlung:

Die Erythrozyten zeigen keine Besonderheiten; doch findet man trotz des hohen Hämoglobingehaltes einzelne Normoblasten. Die Verteilung der einzelnen Leucozytenarten siehe Tabelle.

Die Polymorphkernigen weisen verschiedene Stufen der Kerndifferenzierung auf. Die Kerne der Eosinophilen sind im allgemeinen weniger differenziert.

An den mittelgroßen Lymphozyten sind ziemlich häufig kappenförmig dem Zellrande aufsitzende protoplasmatische Abschnürungen zu sehen.

Zahl der Blutplättchen ist normal.

24. VIII. 05. Eine Stunde nach vierstündiger Bestrahlung:

Die Roten zeigen keine Veränderungen. 1. Normoblast. Deutliche Hyperleukozytose, welche ausschließlich durch Polymorphkernige bedingt ist. Die Lymphozyten dagegen haben sich vermindert; die zurückgebliebenen sind hauptsächlich große Zellen mit dunkelgefärbtem Kern und hellerem Protoplasmasaum.

Entsprechend der starken Verminderung der mittelgroßen Lymphozyten findet man jetzt nur ganz vereinzelt Lymphozyten mit den oben erwähnten protoplasmatischen Abschnürungen.

Einzelne Leukozytenschatten. Blutplättchen sind stark vermindert.

25. VIII. 05. Zwei Stunden nach zehnstündiger Bestrahlung:

Soweit das Präparat durchgesehen wurde, keine Normoblasten.

Die Polymorphkernigen haben meistenteils hoch modifizierte Kerne. Vereinzelt Leukozytenschatten. Lymphozyten vermindert, zeigen keine deutlichen Degenerationserscheinungen. Auch Eosinophile vermindert. Bei den zurückgebliebenen Eosinophilen sind die Kerne höher modifiziert als vor Beginn der Bestrahlung.

26. VIII. 05. 24 Stunden nach der Bestrahlung:

Keine Normoblasten mehr.

Das prozentualische Verhalten der einzelnen Leukozytenarten ist fast zur Norm zurückgekehrt. Keine deutlichen Degenerationserscheinungen. Leukozytenschatten und Lymphozyten mit schwach gefärbtem homogenen Kern finden sich als die einzigen Degenerationsmerkmale an den weißen Blutzellen.

27. VIII. 05:

Erythrozyten zeigen keine Abweichungen von der Norm. Die Zahl der weißen Blutzellen ist beträchtlich vermindert, aber das

Verhalten der einzelnen Leukozytenarten zueinander, wie es aus der Tabelle zu ersehen ist, fast wie vor der Bestrahlung.

Einzelne Lymphozytenkerne nehmen keine Farbe auf, sehen homogen glasig aus. Blutplättchen nur wenig vermehrt.

Versuch IV. Brauner Hund II.

In diesem Falle, wie in dem vorhergehenden, wurde dem Tiere eine größere Dosis Morphium mit Skopolamin appliziert. Eine halbe Stunde danach tritt die Wirkung des Narkotikums ein.

Die ganze Versuchsanordnung wie im vorigen Falle. Die beigefügte Tabelle zeigt den Blutbefund:

Tabelle VI.

Datum	Hämoglobin %	Spez. Gewicht	Erythrozyten	Leukozyten	Lymphozyten %	Polynukl. Leukoz. %	Übergangsformen %	Eosinophile L. %	Dauer Std.	Bemerkungen
25./8. 05	107	—	6 864 000	8300	24	74	2	—	—	Vor der Bestrahlung.
„	—	—	—	8500	16	80	4	—	1	Sofort nach der Bestrahl.
„	—	—	—	8000	—	—	—	—	+ 2	3/4 Std. „ „ „
26./8.	120	—	7 408 000	6700	10	86	4	—	—	Vor „ „
„	—	—	—	11 200	3	96	1	—	+ 2	Sofort „ „ „
„	—	—	—	17 000	2	96	2	—	+ 2	„ „ „ „
„	—	—	—	13 600	3	95	2	—	+ 3	„ „ „ „

Die Veränderungen an den einzelnen Zellexemplaren waren in diesem Versuche, wie in dem vorhergehenden, geringfügiger Natur, wie aus den folgenden kürzeren Notizen zu ersehen ist.

25. VIII. 05. Blutbefund vor der Bestrahlung:

Erythrozyten ohne Besonderheiten; keine Normoblasten. Leukozytenzahl und Verhältnis der einzelnen Arten zu einander siehe Tabelle.

An den Lymphozyten, wie in vorigem Falle, sieht man hie und da protoplasmatische Abschnürungen. Ein Myelozyt.

25. VIII. 05. Sofort nach einstündiger Bestrahlung.

Lymphozyten vermindert. Einzelne Lymphozytenkerne nehmen schlecht oder fast gar nicht die Farbe auf und sehen homogen glasig aus. Blutplättchen vermehrt.

25. VIII. 05. Zirka zwölf Stunden nach dreistündiger Bestrahlung:

Deutlich differenzierte Kerne der Polymorphkernigen. Keine Degenerationserscheinungen an den Lymphozyten. Die Zahl der Weißen ist vermindert.

26. VIII. 05. Sofort nach fünfstündiger Bestrahlung:

Die Lymphozyten sind fast vollständig aus dem Blutbilde verschwunden; die zurückgebliebenen Zellen zeigen keine deutlichen Degenerationserscheinungen, nur ganz vereinzelt findet man einen Lymphozyt mit fast ungefärbtem homogenen Kern. Einzelne Leukozytenschatten. Einzelne schlecht tingierte Kernteile. Die Polymorphkernigen weisen zum größten Teil hoch modifizierte Kerne mit 4—6 und mehr Kernteilen auf. Drei Myelozyten.

26. VIII. 05. Sofort nach zehnstündiger Bestrahlung:

Die Polymorphkernigen beherrschen das Blutbild der Weißen. Die Lymphozyten sind auf ein ganz geringes Minimum reduziert, doch sind es gut erhaltene Exemplare mit gut gefärbten Kernen. Ganz vereinzelt Lymphozyten mit homogenem, glasigem Kern. Nur einige Leukozytenschatten.

Versuch 14. Gelber Hund III.

Vor der Bestrahlung erhält das Tier vier kleine Spritzen einer 4%igen Morphiumlösung und eine Spritze 2%igen Skopolamins; nach heftigem Erbrechen tritt der Schlaf ein. Das Tier wird nun in der Seitenlage ohne Bleiplattenschutz mit der Voltohm Röhre bestrahlt.

Über den Blutbefund orientiert die nachstehende Tabelle.

Tabelle VII.

Datum	Hämoglobin %	Spez. Gewicht	Erythrozyten	Leukozyten	Lymphozyten %	Polynukl. Leukoz. %	Übergangsformen %	Eosinophile L. %	Dauer Std.	Bemerkungen
7./4.06	105	—	6980000	12000	50	44	3,5	2,5	—	Vor der Bestrahlung.
11./4.	105	—	6920000	12700	16	79,5	4	0,5	4	18 Std. nach der Bestrahl.
„	—	—	—	21300	15	80	4,5	0,5	+ 3	Sofort „ „ „
„	—	—	—	24600	13	82	4,5	0,5	+ 3	„ „ „ „
12./4.	110	—	6840000	12100	10,5	80,5	6,5	2,5	—	16 Std. „ „ „
13./4.	—	—	—	8000	20	75	3,5	1,5	—	64 „ „ „ „

7. IV. 06. Blutbefund vor der Bestrahlung:

Erythrozyten zeigen keine Besonderheiten, sie sind gleichmäßig groß, rund und färben sich gut mit Eosin. Die Leukozyten stellen

verschiedene Formen dar; die Polymorphkernigen weisen meist gut differenzierte Kerne auf, daneben finden sich Mononukleäre und Übergangsformen. Die Eosinophilen zeigen weniger differenzierte und heller gefärbte Kerne als die Polymorphkernigen. Die Lymphozyten, in hoher Prozentzahl vorhanden, sind zum größten Teil mittelgroße Zellen von der Größe eines Polymorphkernigen. Nur wenig große Zellen. Blutplättchen sind in normaler Zahl und von normalem Aussehen vorhanden.

11. IV. 06. 18 Stunden nach vierstündiger Bestrahlung:

Erythrozyten zeigen keinen Unterschied gegen vorher.

An den Polymorphkernigen ist eine Höhermodifizierung der Kerne zu konstatieren. Einzelne Leukozyten mit schlecht gefärbten Kernen respektive Kernteilen. Einzelne Leukozytenschatten. Hier und da ein Lymphozyt mit schwach gefärbtem, nicht scharf von dem Protoplasma abgrenzbarem, Kern. Es sind jetzt bedeutend mehr große lymphoide Zellen zu sehen als vorhin, dagegen haben sich die mittelgroßen Lymphozyten stark vermindert. Blutplättchen ohne Besonderheiten.

11. IV. 06. Sofort nach dreistündiger Bestrahlung.

Erythrozyten ohne Besonderheiten.

Eine deutliche Hyperleukozytose durch Anstieg der Polymorphkernigen bedingt. Außerdem macht sich eine Vermehrung der Übergangs- und mononukleären Formen bemerkbar. Die großen Lymphozyten haben sich weiter vermehrt; es sind Zellen mit rundem, manchmal etwas eingebuchtetem Kern und mit hellem, fein strukturiertem Protoplasma (Myeloblasten?).

Blutplättchen scheinen etwas vermehrt zu sein.

11. IV. 06:

Ein Normoblast. Sonst Erythrozyten ohne Besonderheiten. Eine deutliche Hyperleukozytose. Weiter fortgeschrittene Differenzierung der Kerne der Polymorphkernigen. Einzelne typische Myelozyten. Die Übergangsformen und die großen lymphoiden Zellen sind noch in ziemlich großer Zahl vorhanden. Hier und da sind an den letzteren Kernteilungsfiguren zu erkennen. Blutplättchen vermehrt.

12. IV. 06:

An den Erythrozyten nichts von der Norm Abweichendes zu bemerken. Die Polymorphkernigen zeigen im allgemeinen hoch modifizierte Kerne, einige Zellen sogar mit 6—7 gesonderten Kernteilen. Die Lymphozyten sind nur spärlich vorhanden, zeigen jedoch keine Degenerationserscheinungen. Drei Myleozyten. Die Eosinophilen

sind etwas vermehrt, zeigen höher modifizierte Kerne als zu Beginn der Bestrahlung. Blutplättchen stark vermehrt.

Versuch V. Weiße Ratte I, Männchen.

Das Tier wurde behufs Bestrahlung in einen Glasbehälter gesetzt, der ihm genügend freie Beweglichkeit gestattete. Gesamtdauer der Bestrahlung zehn Stunden. Zur genaueren Kontrolle wurden vier Voruntersuchungen des Blutes angestellt, die keine wesentlichen Tagesschwankungen im Blutbefunde ergaben.

Die Resultate der einzelnen Untersuchungen gibt folgende Tabelle:

Tabelle VIII.

Datum	Hämoglobin %	Erythrozyten	Leukozyten	Lymphozyten %	Polynukl. Leukoz. %	Übergangsformen %	Myelozyten %	Eosinophile L. %	Dauer Std.	Bemerkungen
6./10. 05	110	6464000	13800	68	28	1,5	—	2,5	—	
10./10.	110	6864000	13000	—	—	—	—	—	—	
13./10.	110	6392000	13800	67	28	2	—	3	—	
16./10.	115	6416000	14000	68	26	3	—	3	—	Vor der Bestrahlung.
„	—	—	6400	—	—	—	—	—	1	Sofort nach der Bestrahl.
„	—	—	11200	46	52	2	—	0,5	—	2 Std. „ „ „
„	—	—	6300	22	74	4	—	1	—	4 „ „ „ „
17./10.	110	6576000	4400	29	66	4	—	1	—	Nicht bestrahlt.
18./10.	110	6368000	4200	22	75	3	—	—	—	Vor der Bestrahlung.
„	—	—	4600	10	88	2	—	—	1	5 Std. nach der Bestrahl.
19./10.	—	—	3600	14	80	2	—	2	1	Sofort „ „ „
20./10.	100	5352000	1700	10	88	2	—	—		Vor der Bestrahlung.
„	—	—	1600	—	—	—			1	1 Std. nach der Bestrahl.
23./10.	—	—	1000	28	69	3			1	Sofort „ „ „
25./20.	—	4462000	800	33	67	—			1	„ „ „ „
26./10.	—	4352000	4800	14	78	—	8	—	1	„ „ „ „
27./10.	65	3840000	6500	—	—	—	—	—	—	Nicht bestrahlt.
28./10.	—	—	7800	12	78	3	5	2	1	Sofort nach der Bestrahl.
30./10.	54	—	5900	14	68	2	12	2	1	„ „ „ „
31./10.	—	—	3800	10	64	3	22	1	1	„ „ „ „

16. X. 05. Blutbefund vor der Bestrahlung:

Eine ganz schwach angedeutete Polychromatophilie der Erythrozyten.

Das Blutbild der weißen Blutkörperchen beherrschen zur Zeit die mittelgroßen Lymphozyten, nur wenig große Lymphozyten mit schwach blau gefärbtem Kern. Einige von den Mittelgroßen haben klein vakuolisierte Kerne. Die Polymorphkernigen zeigen wenig differen-

zierte Kerne, die gekräuselt aussehen und keine gesonderte Kernteile aufweisen. Eosinophile nur in ganz geringer Zahl mit wenig differenziertem, ringförmigen Kern.

16. X. 05. Zwei Stunden nach einstündiger Bestrahlung:

Die schwache Polychromatophilie besteht noch fort. Die Polymorphkernigen zeigen etwas höher modifizierte Kerne als vorhin, doch sieht man keine Zellen, die mehrere gesonderte Kernteile aufweisen könnten. Die Lymphozyten sind vermindert. Die einzelnen Zellen sind jedoch gut erhalten, kreisrund, mit gut tingiertem Kern. Blutplättchen vermehrt, in einzelnen protoplasmatischen Häufchen eingebettet, aus welchen sie nur wenig deutlich hervortreten.

18. X. 05. Vor der Bestrahlung:

Erythrozyten wie vorhin. Weiterer Rückgang in der Zahl der weißen Blutkörperchen. Nur noch wenige Lymphozyten im Präparat, doch sind sie vollständig normal, soweit es aus ihrem tinktoriellem Verhalten und ihrer Struktur zu ersehen ist. Blutplättchen vermehrt.

18. X. 05. Fünf Stunden nach einstündiger Bestrahlung:

Ein Normoblast; sonst Erythrozyten ohne Besonderheiten.

Die Polymorphkernigen sind meist Zellen mit hoch modifizierten Kernen. Man trifft Zellen mit 5—6 Kernteilen nicht so selten an. Im Präparat sind nur sehr wenige (4) Lymphozyten, die jedoch keine Abweichungen von der Norm zeigen.

19. X. 05. Das Blutbild wie vorhin.

Ein Lymphozyt mit protoblasmatischen Abschnürungen auf dem Zellrande.

20. X. 05. Sofort nach einstündiger Bestrahlung:

Keine Polychromatophilie. Keine Normoblasten. Die Zahl der weißen Blutkörperchen ist sehr gering. Sonst keine wesentlichen Unterschiede gegen vorher.

23. X. 05. Sofort nach einstündiger Bestrahlung:

Die Roten zeigen wieder eine Polychromatophilie. Die bläulich gefärbten Erythrozyten übertreffen die normal hellrosa gefärbten an Größe.

Die Polymorphkernigen zeigen hoch modifizierte Kerne mit 5—7 gesonderten Kernteilen. Im Präparat nur noch wenige Lymphozyten. Blutplättchen scheinen vermindert zu sein.

25. X. 05. $^1/_2$ Stunde nach einstündiger Bestrahlung:

Eine deutlich ausgesprochene Polychromatophilie. Die polychromatophilen Zellen sind erheblich größer (bis um das Doppelte) als die normalen. Ziemlich häufig trifft man Mikrozyten an; einzelne

Erythrozyten sehen poikylozytotisch aus. Nur wenige Exemplare von weißen Blutkörperchen im Präparat, doch sind dieselben gut erhalten.

Die Polymorphkernigen sind mit 5—6 Kernteilen versehen. Die Lymphozyten sind mittelgroß, gut gefärbt, im ganzen vier an der Zahl. Keine Übergangsformen, keine eosinophilen Zellen. Blutplättchen sind fast vollständig verschwunden.

26. X. 05. Sofort nach einstündiger Bestrahlung:

Die Polychromatophilie und Poikylozytose noch deutlicher ausgesprochen wie vorhin. Die Weißen zeigen außer den Polymorphkernigen und Lymphozyten auch Myelozyten. Die Zahl der weißen Blutkörperchen ist wiederum gestiegen. Einzelne Lymphozyten weisen vakuolisierte Kerne auf, sonst keine deutlichen Degenerationserscheinungen.

28. X. 05. Eine Stunde nach einstünder Bestrahlung:

Erythrozyten so wie vorhin.

Es ist eine weitere auffallende Vermehrung der Leukozyten zu konstatieren; die Myelozyten sind ebenfalls nicht selten anzutreffen. Keine degenerativen Vorgänge an den einzelnen Zellen zu bemerken, nur hie und da ein Leukozytenschatten.

30. X. 05. Sofort nach einstündiger Bestrahlung:

Vier Normoblasten. Polychromatophilie ganz deutlich ausgesprochen; Poikylozytose weniger deutlich wie vorhin. Die Leukozyten zeigen im ganzen weniger differenzierte Kerne als vor 3—4 Tagen. Keine Degenerationserscheinungen, weder an den Polymorphkernigen noch an Lymphozyten. Mehrere Myelozyten. Blutplättchen in normaler Zahl und von gewöhnlichem Aussehen.

31. X. 05. Sofort nach einstündiger Bestrahlung:

Entsprechend dem geringen Hämoglobingehalt im allgemeinen ein anämisches Blutbild: Normoblasten, Polychromatophilie und Poikylozytose. Bei den Weißen ist ein auffallender Anstieg der Myelozyten wahrzunehmen.

Versuch VI. Schwarzweiß gefleckte Ratten II und III.

Die beiden Versuchstiere werden gemeinsam der Bestrahlung ausgesetzt. Die Röntgenröhre deckte das Gefäß von oben, so zwar, daß die Tiere sich noch genügend frei bewegen, aber nicht aus dem Behälter heraus konnten.

Röhrenabstand 17 cm.

Über den Blutbefund beider Tiere während der Bestrahlung und nachher orientieren die folgenden Tabellen.

Tabelle IX.

Datum	Hämoglobin %	Erythrozyten	Leukozyten	Lymphozyten %	Polynukl. Leukoz. %	Übergangsformen %	Eosinophile L. %	Dauer Min.	Bemerkungen
30./12. 05	110	6960000	—	46	51	1	2	—	Vor der Bestrahlung.
„	—	—	8000	—	—	—	—	25	Sofort nach der Bestrahl.
„	—	—	7000	23	75	1	1	60	15 Min. „ „ „
„	—	—	16000	20	78	1,5	0,5	180	15 „ „ „ „
„	—	—	19400	4	95	0,5	0,5	300	Sofort „ „ „
31./12.	95	6400000	7200	0,5	99,5	—	—	—	18 Std. „ „ „
2./1. 06	85	6800000	1100	4	96	—	—	—	64 „ „ „ „
3./1.	—	6700000	300	100	—	—	—	—	88 „ „ „ „
4./1.	—	—	800	100	—	—	—	—	112 „ „ „ „
5./1.	—	—	—	100	—	—	—	—	Präparat aus dem Herzblut nach dem Tode.

Tabelle X.

Datum	Hämoglobin %	Erythrozyten	Leukozyten	Lymphozyten %	Polynukl. Leukoz. %	Übergangsformen %	Eosinophile L. %	Dauer Std.	Bemerkungen
30./12. 05	130	6320000	10100	71,5	27	0,5	1	—	Vor der Bestrahlung.
„	—	—	7100	59	40	—	1	1	Sofort nach der Bestrahl.
„	—	—	14000	34	62	3	1	2	$^1/_2$ Std. „ „ „
„	—	—	18400	4,5	95	0,5	—	5	$^1/_2$ „ „ „ „
31./12.	100	6720000	8600	6,5	92,5	0,5	0,5	—	18 „ „ „ „
2./1. 06	100	6900000	2000	2,5	97,5	—	—	—	64 „ „ „ „
3./1.	—	5860000	1000	2	98	—	—	—	88 „ „ „ „
6./1.	—	—	—	100	—	—	—	—	Präparate aus dem Herzblut nach dem Tode.

Die morphologische Beschaffenheit des Blutes war bei beiden Ratten annähernd die gleiche, wie aus den nachstehenden Notizen zu ersehen ist.

Ratte II.

30. XII. 05. Blutbefund vor der Bestrahlung:

Schwach angedeutete Polychromatophilie der Erythrozyten. An den Weißen auffallend die für diese Tiere ziemlich hohe Prozentzahl

der Polymorphkernigen. Bei den Lymphozyten sind einige mit protoplasmatischen Abschnürungen, welche kappenartig dem Lymphozyt aufsitzen.

30. 12. 05. 15 Minuten nach einstündiger Bestrahlung:

Erythrozyten so wie vorhin. Polymorphkernige prozentualiter zugenommen. Keine deutlichen Degenerationserscheinungen. Bei den Lymphozyten prävalieren die großen Zellen mit ziemlich breitem Protoplasmasaum.

30. XII. 05. 15 Minunten nach dreistündiger Bestrahlung:

Keine auffallenden Abweichungen gegen vorher. Hier und da trifft man einen Leukozytenschatten. Die Polymorphkernigen weisen höher modifizierte Kerne als vorhin auf.

30. XII. 05. Sofort nach fünfstündiger Bestrahlung:

Das Blutbild der Weißen beherrschen die Polymorphkernigen. Eine deutliche Hyperleukozytose. Keine degenerierten Zellen.

31. XII. 05. Keine Polychromatophilie mehr, dagegen trifft man jetzt einzelne Erythrozyten mit Chromatinkörncheneinschluß. Die Lymphozyten sind fast vollständig aus dem Blute verschwunden, doch zeigen die vorhandenen keine Degenerationserscheinungen. Einzelne Leukozyten mit schwach gefärbten Kernen resp. Kernteilen.

2. I. 06. Erythrozyten ohne Besonderheiten. Einzelne Leukozytenschatten. Die meisten Polymorphkernigen zeigen hoch modifizierte Kerne mit 6—7 Kernteilen. Von Lymphozyten nur noch wenige große vorhanden.

3. I. 06. Keine Polychromatophilie. Keine Polymorphkernigen, auch keine degenerierten Formen derselben wie Leukozytenschatten u. dergl. Im Präparat sind nur noch einige große Lymphozyten von normalem Aussehen und mit gut gefärbtem Kern.

4. I. 06. Keine Polychromatophilie. Einzelne Erythrozyten mit Chromatinkörncheneinschluß. Das Blutbild der Weißen so wie vorhin: nur noch große Lymphozyten. Keine Degenerationserscheinungen.

5. I. 06. Blutbefund nach dem Tod. Trockenpräparat aus dem Herzblut.

Eine auffallende Polychromatophilie. Die polychromatophilen Erythrozyten verhalten sich zu den normalgefärbten wie 1 : 40. Einzelne freie Chromatinkerne. Auch Erythrozyten mit Chromatinkörncheneinschluß sind in geringer Zahl vorhanden. Die Weißen zeigen ausschließlich Lymphozyten in großer Menge, mehr als hundert

im Präparat. Es sind hauptsächlich große Form mit dunkel gefärbtem Kern und hellerem Protoplasma; nur wenige kleine Zellen.

Ratte III.

30. XII. 05. Blutbefund vor der Bestrahlung.

Erythrozyten zeigen keine Besonderheiten; nur ganz schwach angedeutete Polychromatophilie. Die weißen Blutkörperchen sind zum größten Teil Lymphozyten, welche verschiedene Größe aufweisen; doch überwiegen die kleinen alle übrigen an Zahl. Die Polymorphkernigen zeigen keine gut modifizierten Kerne; sie sind entweder schlingförmig oder ringförmig gekräuselt.

30. XII. 06. Sofort nach einstündiger Bestrahlung:

An den Roten kein Unterschied gegen vorher zu bemerken. Die Weißen zeigen einen Rückgang der Lymphozyten, besonders der kleinen Form. Blutplättchen stark vermindert.

30. XII. 05. Sofort nach dreistündiger Bestrahlung:

Polychromatophilie noch vorhanden. Eine deutliche Hyperleukozytose. Die Polymorphkernigen zeigen etwas höher differenzierte Kerne, doch keine Kernteile, die nicht in Zusammenhang mit der ganzen Kernmasse stünden. Ganz vereinzelt ein Lymphozyt mit schwach gefärbtem homogenen Kern.

30. XII. 05. 15 Minuten nach fünfstündiger Bestrahlung:

Polychromatophilie nur ganz schwach angedeutet. Eine ausgesprochene Hyperleukozytose, bei der ausschließlich die Polymorphkernigen beteiligt sind. Die Kernmodifizierung der Polymorphkernigen ist weiter vorgeschritten: man sieht schon, wenn auch selten, Zellen mit 4—5 gesonderten Kernteilen. Im übrigen herrschen noch die verschieden gekräuselten und Schlingenformen vor.

31. XII. 05.

Keine Polychromatophilie mehr. Keine Hyperleukozytose. Bei den Weißen überwiegen die Polymorphkernigen. Die Lymphozyten zeigen teils große, teils mittelgroße, dagegen gar keine kleinen Formen. Einzelne Leukozytenschatten. Blutplättchen vermindert.

2. I. 06. Keine Polychromatophilie. Einzelne freie Chromatinkörnchen. Bei den Polymorphkernigen kein wesentlicher Unterschied gegen vorher. Einzelne Leukozytenschatten. Nur ganz wenige Lymphozyten im Präparat, doch sind diese ausnahmslos gut erhaltene Exemplare.

3. I. 06.

Ein Normoblast. Einzelne Erythrozyten mit Chromatinkörnchen-einschluß von der Größe eines Blutplättchens und kleiner. Einzelne

freie Chromatinkörnchen. Im Präparat sind nur noch wenige weiße Blutkörperchen: Polymorphkernige mit hoch modifizierten Kernen und nur noch ein großer Lymphozyt. Blutplättchen vermindert.

5. I. 06.

Einzelne freie Chromatinkörnchen. Die Weißen in geringer Zahl vorhanden. Die Polymorphkernigen zeigen hoch modifizierte Kerne mit 6—8 Kernteilen. Die lymphozytären Elemente stellen große Zellen dar mit konzentrischem gut gefärbten Kern und heller gefärbtem, ziemlich mächtigen Protoplasmasaum.

6. I. 06. Blutausstrich aus dem Herzblut nach dem Tode.

Die Roten zeigen keine Besonderheiten. Im Blutbilde der Weißen keine Polymorphkernigen wahrzunehmen. Es sind nur große mononukleäre Zellen in ziemlich hoher Zahl im Präparat anzutreffen, die man vielleicht als große Lymphozyten bezeichnen kann.

Mäuse-Versuche.

Es gelangten zur Bestrahlung im ganzen sechs weiße Mäuse, die in zwei Gruppen, zu je drei, in einem Glasbehälter den Röntgenstrahlen ausgesetzt wurden. Die eine Gruppe wird vier, die andere sechs Stunden bestrahlt. Bei der Schwierigkeit, von diesen kleinen Tieren immer eine genügende Menge Blutes zur Untersuchung zu erhalten, wurden keine regelmäßigen Zählungen vorgenommen; und bei der zweiten Gruppe begnügten wir uns sogar nur mit Anlegung von Trockenpräparaten, auf Grund deren wir dann feststellen konnten, ob eine Hyper- bzw. Hypoleukozytose bestand.

Die beigefügten Tabellen geben hauptsächlich Aufschluß über das prozentualische Verhalten der Leukozytenarten zueinander.

Tabelle XI (Maus 4 Stunden bestrahlt, tot nach 130 Stunden).

Datum	Erythrozyten	Leukozyten	Polymorph. Leuk. %	Lymphozyten %	Übergangsformen %	Myelozyten %	Eos. Leuk. %	Dauer Std.	Bemerkungen
19./10. 05	7372000	10000	22	60	9,5	8	0,5	—	Vor der Bestrahlung.
„	—	—	60	33	2	5	—	2	Sofort nach der Bestrahl.
„	—	—	82	11	1	6	—	4	„ „ „ „
20./10.	7008000	4600	97	1	0,5	1,5	—	—	17 Std. „ „ „
21./10.	—	5000	100	—	—	—	—	—	52 „ „ „ „
23./10.	—	—	3 Z.	4 Z.	—	1 Z.	—	—	104 „ „ „ „

Tabelle XII (Maus 4 Stunden bestrahlt, tot nach 110 Stunden).

Datum	Erytrozyten	Leukozyten	Polynukl. Leukoz. %	Lymphozyten %	Übergangsformen %	Myelozyten %	Eos. Leuk. %	Dauer Std.	Bemerkungen
19./10.05	7680000	14500	12,5	60	8	19	0,5	—	Vor der Bestrahlung.
„	—	—	66	23	4	7	—	2	Sofort nach der Bestrahl.
„	—	6800	87.5	8	1,5	3	-	4	½ Std. „ „ „
20./10.	—	—	97	2	—	1	—	—	17 „ „ „ „
21./10.	—	—	ca 100	—	—	—	—	—	40 „ „ „ „
23./10.	—	—	2 Z.	1 Z.	—	—	—	—	104 „ „ „ „

Tabelle XIII (Maus 4 Stunden bestrahlt, tot nach ca. 120 Stunden).

Datum	Erythrozyten	Leukozyten	Polynukl. Leukoz. %	Lymphozyten %	Übergangsformen %	Myelozyten %	Eos. Leuk. %	Dauer Std.	Bemerkungen
19./10.05	6520000	20500	42	47	4	6	1	—	Vor der Bestrahlung.
„	—	—	82	5	3,5	9	0,5	2	½ Std. nach der Bestrahl.
„	—	—	91	7	—	2	—	4	Sofort „ „ „
20./10.	—	9400	94	3	—	3	—	—	17 Std. „ „ „
„	—	—	92	6	—	2	—	—	24 „ „ „ „
23./10.	—	—	100	—	—	—	—	—	104 „ „ „ „

Tabelle XIV (Maus 6 Stunden bestrahlt, tot nach 80 Stunden).

Datum	Erythrozyten	Leukozyten	Polynukl. Leukoz. %	Lymphozyten %	Übergangsformen %	Myelozyten %	Eos. Leuk. %	Dauer Std.	Bemerkungen
20./10.05	9880000	24000	30	58	8	4	—	3	Sofort nach der Bestrahl.
„	—	—	86	8.5	4.5	1	—	5	„ „ „ „
„	8128000	35000	84	12	4	—	—	6	„ „ „ „
21./10.	—	—	99	1	—	—	—	—	24 Std. „ „ „
23./10.	—	—	3 Z.	—	—	—	—	—	72 „ „ „ „

Tabelle XV (Maus 6 Stunden bestrahlt, tot nach 70 Stunden).

Datum	Erythrozyten	Leukozyten	Polynukl. Leukoz. %	Lymphozyten %	Übergangsformen %	Myelozyten %	Eos. Leuk. %	Dauer Std.	Bemerkungen
20./10.05	—	—	46	50.5	0,5	2,5	0,5	3	Sofort nach der Bestrahl.
„	—	—	82	15	—	3	—	5	„ „ „ „
„	—	—	84	14	—	2	—	6	„ „ „ „
21./10.	—	—	96	3	—	1	—	—	24 Std. „ „ „

Tabelle XVI (Maus 6 Stunden bestrahlt, tot nach 80 Stunden).

Datum	Erythrozyten	Leukozyten	Polynukl. Leukoz. %	Lymphozyten %	Übergangsformen %	Myelozyten %	Eos. Leuk. %	Dauer Std.	Bemerkungen
20./10.05	—	—	85	11	1	3	—	3	Sofort nach der Bestrahl.
„	—	—	88	7	—	5	—	5	„ „ „ „
„	—	—	84	13,5	0,5	2	—	6	„ „ „ „
21./10.	—	—	94	4	—	2	—	—	24 Std. „ „ „
23./10.	—	—	2 Z.	1 Z.	—	—	—	—	72 „ „ „ „

Die morphologischen Veränderungen, die bei diesen kleinen Tieren besonders ausgesprochen waren, sollen in folgendem geschildert werden.

Maus I.

19. X. 05. Blutbefund vor der Bestrahlung:

Eine sehr deutliche Polychromatophilie. Die polychromatophilen Erythrozyten übertreffen die eosinophilen durchweg an Größe. Über die einzelnen Leukozytenarten siehe Tabelle. Eosinophile Leukozyten sind spärlich; ihre Kerndifferenzierung ist etwas geringer ausgesprochen als bei den Polymorphkernigen; man trifft meist die Ringform an.

19. X. 05. Sofort nach zweistündiger Bestrahlung:

Ausgesprochene Polychromatophilie. Auffallende Hyperleukozytose. Die weißen Blutzellen scheinen um das Fünf- bis Sechsfache vermehrt zu sein. Keine deutlichen Degenerationserscheinungen, weder an Leukozyten noch an den Lymphozyten.

19. X. 05. Sofort nach vierstündiger Bestrahlung:

Die Polychromatophilie scheint noch deutlicher zu sein. Deutliche Hyperleukozytose, die durch den Anstieg der Polymorphkernigen bedingt ist. Die Lymphozyten haben sich dagegen vermindert, hauptsächlich die kleinen; siehe Tabelle.

20. X. 05. 17 Stunden nach der Bestrahlung:

Polychromatophilie nur wenig ausgesprochen, aber doch vorhanden. Stellenweise ein Erythrozyt mit intensiv blau gefärbtem Chromatinkörncheneinschluß. Deutliche prozentweise Zunahme der polymorphkernigen Leukozyten. Abnahme der lymphozytären Elemente. Die erhaltenen Lymphozyten zeigen keine deutlichen Degenerationserscheinungen, nur hier und da ein Lymphozyt mit schlecht tingiertem, von dem Protoplasma nicht scharf abgrenzbarem Kern. Ganz vereinzelt eine eosinophile Zelle mit ringförmigem Kern. Die Zahl der Blutplättchen scheint gering zu sein.

21. X. 05:

Geringe Polychromatophilie. Verarmung des Blutes an weißen Zellen (Leukopenie). Die vorhandenen Leukozyten sind ausnahmslos polymorphkernig, zumeist mit hoch differenzierten Kernen, welche 5—6 gesonderte Kernteile aufweisen. Auch nach längerem Suchen kein Lymphozyt im Präparat zu finden.

23. X. 05:

Keine Polychromatophilie mehr; auch keine Größenunterschiede bei den Erythrozyten. Es sind nur wenige weiße Blutzellen vorhanden; die Polymorphkernigen mit hoch differenzierten Kernen. Einzelne Lymphozyten zeigen einen homogenen glasigen Kern.

Die beiden anderen Mäuse dieser Gruppe, ebenso wie die der zweiten, zeigen im allgemeinen dieselben Veränderungen, wie sie eben geschildert wurden. Wir sehen daher, um Wiederholungen vorzubeugen, von der Besprechung der Einzelpräparate ab und zählen die Veränderungen unter Hinweis auf die Tabellen nur in gedrängter Kürze nochmals auf: Eine ausgesprochene Polychromatophilie der Erythrozyten; die Polychromatophilen übertreffen die normal mit Eosin gefärbten an Größe; ein deutliches prozentualisches Vorherrschen der Lymphozyten bei den weißen Zellen (siehe Tabellen). Das ist im allgemeinen das Blutbild vor der Bestrahlung. Nunmehr allmähliches Schwinden der Polychromatophilie, Auftreten von Erythrozyten mit Chromatinkörncheneinschluß; eine deutliche Hyperleukozytose, bedingt durch Vermehrung der Polymorphkernigen, zu Anfang der Bestrahlung. Ziemlich rascher Abfall der Leukozyten-

werte und Übergang zu Leukopenie, welch letztere bei Maus IV zu fast vollkommener Aleukozytose geworden ist (1—2 Zellen im Präparat). Zunehmende Höherdifferenzierung der Kerne der Polymorphkernigen; Schwinden der lymphozytären Elemente aus dem Blute, insbesondere der kleinen Zellen; ein relativ vermehrtes Auftreten von Leukozytenschatten und Lymphozyten mit schwach gefärbtem, schlecht von dem Protoplasma abgrenzbarem Kern.

Interessant war es, das Allgemeinverhalten der Tiere während der Bestrahlung und nachher zu beobachten. Die größeren Tiere, wie Hunde und Kaninchen, fühlten sich auch durch eine längere Bestrahlung zuerst nur wenig alteriert. Die Beurteilung des Zustandes der Hunde während der Bestrahlung selbst war natürlich kaum möglich, da sich die Tiere unter der Einwirkung größerer Dosen Morphium und Scopolamin in tiefem Schlaf befanden. Sie erholten sich jedoch ziemlich schnell und außer einer vorübergehend verminderten Freßlust war die erste Zeit nach der Bestrahlung nichts Abnormes zu konstatieren. Während die Hunde auch nach zehnstündiger Bestrahlung sich vollkommen erholten, trat bei den Kaninchen am 3.—5. Tage von neuem eine verminderte Freßlust auf, die Tiere nahmen an Gewicht ständig ab und gingen unter zunehmender Schwäche schließlich zugrunde.

Die kleinen Tiere scheinen zumeist schon von Anfang an unter der Einwirkung der Röntgenstrahlen stärker zu leiden: verminderte, manchmal sogar fast aufgehobene Freßlust und starke profuse Durchfälle waren die auffälligsten Symptome. Man hatte ferner den Eindruck, als ob die Tierchen sehr stark unter Wärmeverlust zu leiden hätten: sie saßen zusammengekauert, aneinandergeschmiegt. Sie boten den Anblick der „gefirnißten Tiere" mit aufgehobener Hautatmung und infolgedessen beschleunigter Respiration.

Ausgesprochene Röntgenulcera sind nur bei Kaninchen I und Hund III beobachtet worden, beim Kaninchen I am 15. Tage vom Beginn der Bestrahlung, also nach 220 Minuten Expositionsdauer, beim Hund III am 10.—12. Tage nach zehnstündiger Bestrahlung.

Bei den übrigen Versuchstieren kam es vielleicht nur deshalb nicht zur Ausbildung der Röntgenulcera, weil die Tiere vorher entweder spontan zugrunde gingen oder getötet wurden behufs Untersuchung der inneren Organe.

Die Mäuse gingen am 4.—5., die Ratten am 6.—10. Tage ein.

Vor dem Tode wurden bei zwei Mäusen klonische Zuckungen beobachtet. Ratte I und III bekamen nach längerer Bestrahlung

einen auffallenden, fast „ataktischen“ Gang, und Ratte III zeigte noch eine weitere Eigentümlichkeit, nämlich einen zwei Tage dauernden und bis zum Tode anhaltenden Priapismus (vielleicht infolge starken Wasserverlustes durch profuse Diarrhöen oder zentralen Ursprungs?).

Wenn wir nunmehr die auf Grund der von uns angestellten Versuche gefundenen Blutveränderungen, welche teils in Tabellen, teils diesen beigefügten Notizen niedergelegt worden sind, miteinander vergleichen, so können wir über die Einwirkung der Röntgenstrahlen auf das Blut von Tieren folgendes aussagen:

Das sinnfälligste Ergebnis bei allen diesen Versuchen ist der Anstieg der Leukozytenwerte 2—3 Stunden nach der Bestrahlung bei den Versuchstieren, welche kürzere Zeit der Einwirkung der Röntgenstrahlen ausgesetzt waren; bei den Tieren jedoch, die ununterbrochen länger als 2 Stunden bestrahlt wurden, begann diese Hyperleukozytose schon am Ende der zweiten Bestrahlungsstunde, um nach Verlauf von 1—2 Stunden ihren Höhepunkt zu erreichen und ebenso schnell abzufallen. Wir wollen auf einen unserer Versuche zurückgreifen, um an der Hand der beigefügten Tabelle diese Tatsache zu beleuchten. Im Versuche II, Tabelle II, ist besonders hierfür interessant das Verhalten der Leukozytenwerte am 22. VIII: Die Leukozytenzahl, welche an diesem Tage vor der Bestrahlung 11100 per cbmm betrug, stieg während der zweistündigen Bestrahlung auf 14000 und $1^3/_4$ Stunden nachher schnellte sie rasch in die Höhe und erreichte die Zahl von 42000, um sich in den folgenden drei Stunden auf 4500 zu reduzieren; also erst eine Zunahme von 31000 Zellen und späterhin ein Abfall, der 37500 Zellen per cbmm betrug. Bei allen unseren Versuchen wurde dasselbe Verhalten der weißen Blutkörperchen konstatiert mit Ausnahme des Versuches Hund II, wo der übliche Anstieg am ersten Bestrahlungstage nach zweistündiger Exposition ausblieb, um erst dann bei der nächsten Bestrahlung einzutreten.

Diese Tatsache, daß die Leukozytenzahl erst eine nicht unbeträchtliche Vermehrung erfährt, um späterhin unter den vor Beginn der Bestrahlung bestandenen Wert herunter zu sinken, ist auch bei der Behandlung der Leukämie mit Röntgenstrahlen den Beobachtern nicht entgangen und zuerst von Aubertin und Beaujard festgestellt und beschrieben, und später von seiten anderer Autoren (Gerber, P. Krause, K. Schleip und W. Hildebrand u. a. m.) bestätigt worden. Freilich haben nicht alle Fälle von Leukämie dieses Ergebnis gezeitigt.

In auffallender Weise wird dieser Anstieg der Leukozytenzahl ausschließlich durch die Vermehrung der polymorphkernigen Neutrophilen bedingt; die anderen Formen der Polymorphkernigen verhalten sich wechselnd: in einem geringen Teil der Versuche beteiligten sie sich, wenn auch in ganz untergeordnetem Maße, an dem Zustandekommen der Hyperleukozytose, im allgemeinen jedoch sind sie während der Hyperleukozytose relativ oder sogar absolut vermindert. Die lymphozytären Elemente des Blutes dagegen nehmen überhaupt keinen Anteil an dem Anwachsen der Leukozytenwerte und vermindern sich sogar fast konstant um dieselbe Zeit nicht nur relativ, sondern auch absolut, ein Umstand, der aus der Umrechnung der Prozentzahlen in absolute Zahlen aus jeder Tabelle mit Deutlichkeit hervorgeht. Ich wähle als Beispiel wiederum die Tabelle II, wo die erwähnte Verschiebung der einzelnen Leukozytenarten am deutlichsten in die Augen fällt. Am 19. VIII. betrugen die Polymorphkernigen 32 % aller weißen Blutkörperchen, die Lymphozyten 64 % (was nebenbei bemerkt kein gewöhnliches Vorkommen bei Kaninchen, da die Prozentzahl der Lymphozyten bei diesen Tieren zwischen 28—35 % schwankt). In absolute Zahlen umgerechnet sind das 4224 Polymorphkernige und 8448 Lymphozyten per cbmm.

Nach dreistündiger Bestrahlung tritt in dem Verhalten der Leukozytenarten zueinander eine vollkommene Revolution ein: die Polymorphkernigen gewinnen die Oberhand, beherrschen das ganze Blutbild und sind vermehrt prozentualiter wie absolut, die Lymphozyten dagegen zeigen einen beträchtlichen Rückgang der Prozentzahl und eine verhältnismäßig kleinere absolute Verminderung. Die Polymorphkernigen betragen nämlich jetzt 79 % und die Lymphozyten 18 %, in absoluten Zahlen Polymorphkernige 15748 und die Lymphozyten 3186 Zellen im cbmm. Somit haben sich die Polymorphkernigen um das Sechsfache vermehrt, die Lymphozyten dagegen um mehr als das Doppelte vermindert.

In noch höherem Maße wurde das Phänomen des Anstieges der Polymorphkernigen und des Absturzes der Lymphozyten bei den kleinen Tieren beobachtet, da hier das prozentweise Verhalten der Leukozytenarten zueinander anders gestaltet ist wie bei den Hunden und Kaninchen, indem nämlich die Lymphozyten die Hauptmasse aller weißen Blutkörperchen ausmachten. Siehe Tabellen.

Der gewaltige Anstieg der Leukozytenwerte war aber nur in so ausgesprochener Weise nach den ersten Sitzungen zu konstatieren, späterhin wurde durch die Bestrahlung zwar ebenfalls noch ein

absolutes Anwachsen der Leukozyten erzielt, jedoch waren die Einzelwerte entsprechend der verminderten Gesamtzahl der Leukozyten natürlich geringere. Das prozentweise Verhalten der Polymorphkernigen zu den Lymphozyten verschob sich trotz der Verminderung der Gesamtzahl immer weiter zugunsten der ersten.

Bei dem Absturz der Leukozytenzahl, welcher dem Anstieg regelmäßig zu folgen pflegte, nahmen alle Elemente teil, jedoch die Lymphozyten in höherem Maße als alle übrigen, und von jenen ihrerseits besonders die kleinen Lymphozyten.

Die auffallende Erscheinung, daß die Röntgenstrahlen auf die eine Art der weißen Blutkörperchen, die Lymphozyten, vermindernd, auf die andere, die Polymorphkernigen, dagegen vermehrend einwirken, hat, so weit uns das bekannt ist, bisher nur wenig Berücksichtigung in der Literatur gefunden.

Zur Erklärung dieser Tatsache lassen sich folgende drei Möglichkeiten ins Auge fassen:

Die Lymphdrüsen und Lymphfollikel sind besonders empfindlich gegen die Einwirkung der Röntgenstrahlen und werden deshalb schon nach kurzer Zeit in ihrer Funktion so gestört, daß die Neuproduktion von Lymphozyten nur in geringem Maße stattfindet oder sogar gänzlich unterbleibt. Demgegenüber wirkt aber dieselbe Dosis der Röntgenstrahlen auf das weniger empfindliche und geschütztere Gewebe des Knochenmarkes als ein Reiz, welcher den Anlaß gibt zu einer gesteigerten Produktion der polymorphkernigen Zellen.

Oder: die Lymphozyten werden bei der Bestrahlung im kreisenden Blute zerstört, und hierbei werden kleine Mengen von Leukotoxin gebildet, welches, wie wir auch von auf andere Weise entstandenem Leukotoxin wissen, in kleinen Dosen dem Körper zugeführt, eine Leukozytose hervorruft.

Endlich: die Lymphozyten, welche aus den Lymphdrüsen und Lymphfollikeln anderer Organe herstammen, werden unter der Einwirkung der Röntgenstrahlen schneller als sonst zum Abschluß ihrer cytogenetischen Entwicklung gebracht und sodann in die Polymorphkernige umgewandelt.

Von diesen drei theoretisch gedachten Möglichkeiten scheint uns die zuerst angeführte vor den beiden anderen deswegen den Vorzug zu haben, weil sie am meisten durch die experimentellen Untersuchungen, besonders durch solche von Heineke[3]) und Paul Krause und K. Ziegler[10]) gestützt wird.

Diese Autoren fanden nämlich bei ihren zahlreichen Unter-

suchungen fast vollständig übereinstimmend, daß die Lymphfollikel der Milz, des Darmes und auch das lymphatische Gewebe der anderen Organe schon nach kürzester Zeit unter der Einwirkung der Röntgenstrahlen deletären Veränderungen anheimfallen. Die Veränderungen in den Follikeln bestanden der Hauptsache nach aus einem Kernzerfall der in denselben angehäuften Lymphozyten. Diesem Zerfall folgte stets das Auftreten von epitheloiden Zellen und Aufnahme der Kerntrümmer durch die Phagozyten, welche ihrerseits ebenfalls aus den Lymphfollikeln verschwanden, so daß diese danach ganz verödet aussahen.

Geringe Veränderungen dieser Art traten bei einem Hunde aus den Heinekeschen Versuchen schon nach 15 Minuten dauernder Bestrahlung auf, zu einer Zeit, wo weder Degenerationserscheinungen an den einzelnen Exemplaren der weißen Blutkörperchen, noch erhebliche Schwankungen in der Gesamtzahl der Leukozyten, noch prozentweise Verschiebung der einzelnen Arten derselben nachgewiesen waren.

Es scheint also, daß die Lymphfollikel der erste Angriffspunkt der Röntgenstrahlen sind.

Die Veränderungen am Knochenmark traten dagegen erst viel später auf, wenn die Lymphfollikel der Milz z. B. schon fast ganz verödet und zugrunde gegangen sind.

Das zeitliche Vorangehen der degenerativen Prozesse in den Lymphfollikeln gegenüber denen des Knochenmarks erklärt uns somit das Zurückgehen der Prozent- und Gesamtzahl der Lymphozyten im kreisenden Blute, da dieselben doch wohl in den Lymphfollikeln ihre Hauptbildungsstätte besitzen. Dagegen fehlt uns noch die Erklärung für die Vermehrung der Polymorphkernigen.

Wir glauben aber, daß den degenerativen Vorgängen im Knochenmark ein Stadium des entzündlichen Reizes vorausgeht, welcher den Anlaß zu gesteigerter Produktion von Polymorphkernigen abgibt. Dieses Stadium der reaktiven Wucherung ist aber bei so ungemein zellreichem Gewebe, wie das Knochenmark ist, nur sehr schwierig zu konstatieren, da die lebhaftere Neuproduktion nur geringe Veränderungen, wie eine etwas vermehrte Blutfüllung der Gefäße und lebhaftere Karyokinese der Knochenmarkszellen zur Folge hat, und in dem blutreichen und in fortwährender Teilung befindlichen Gewebe leicht übersehen werden kann.

Bei der Fortsetzung der Bestrahlung nimmt aber diese reaktive Zunahme der Polymorphkernigen, wie es schon früher bemerkt

worden, ständig ab. Der wahrscheinliche Grund dafür liegt wohl in der Rarefikation der spezifischen Knochenmarkselemente, wie sie unter länger dauernder Einwirkung der Röntgenstrahlen konstant gefunden wird.

Der Umstand, daß nur noch wenige reaktions- und produktionsfähige Zellen im Knochenmark vorhanden sind, bringt es mit sich, daß die absolute Vermehrung der Polymorphkernigen, die sonst jedesmal 2—3 Stunden nach dem Anfange der Bestrahlung aufzutreten pflegt, ständig geringer wird und somit begreiflicherweise auch die Gesamtzahl der Leukozyten im kreisenden Blute sich verringert.

Der andere Versuch zur Erklärung aller dieser Tatsachen, daß nämlich bei der Bestrahlung ein Leukotoxin im Blute der Tiere entstehe, das zuerst eine Hyperleukozytose hervorruft, ist ja durch die zahlreichen und in einwandsfreier Weise angestellten Versuche von C. Klienenberger und H. Zoeperitz als mißlungen zu betrachten.

Diese Autoren stellten im Gegensatz zu Linser und Helber und Curschmann und Gaupp fest, daß keine leukotoxischen Fermente im Blute der bestrahlten Tiere entstünden, und daß die angebliche Verminderung der Leukozyten in Vitro von Curschmann und Gaupp bei den Versuchen mit Serum eines bestrahlten Leukämiekranken nur die Folge der angewandten Technik und nicht genügender Sterilisation der zur Anwendung gekommenen Instrumente sei. Klieneberger und Zoepperitz fanden nämlich bei ihren Versuchen, daß es der Bacillus subtilis wäre, welcher die Zerstörung der Leukozyten in Vitro bewirkte und so das Vorhandensein eines Leukotoxins vortäuschte.

Die dritte mögliche Theorie für die schnellere Umwandlung der Lymphozyten in die Polymorphkernigen ist nicht ganz von der Hand zu weisen, da eine beschleunigte cytogenetische Entwicklung der Blutzellen mit Sicherheit besteht. Auch wir fanden nämlich, daß bei fortgesetzter Bestrahlung immer mehr Formen mit hoch modifizierten Kernen auftraten, ein Umstand, der, wie jetzt wohl allgemein angenommen wird, als Ausdruck des „Älterwerdens“ der in Betracht kommenden Zellen anzusehen ist. Aber der jetzige Stand der Kenntnisse von der Abstammung der einzelnen Leukozyten erlaubt noch keine endgültige Entscheidung, da noch so schroffe Gegensätze in den Ansichten über diesen Punkt bestehen (Ehrlich, Pappenheim, Nägeli).

so beträchtliche Zahl von Lymphozyten käme, wie sie im Ausstrichpräparat aus dem Herzblut nach dem Tode bei Versuch Ratte II konstatiert worden ist, während doch die Lymphfollikel sämtlicher Organe ganz verödet zu sein schienen. Es bleibt daher die Annahme übrig, daß wir hier mononukleäre Knochenmarkszellen vor uns haben, da das Knochenmark trotz einer starken Rarefikation seiner spezifischen Elemente doch noch Zellen in genügender Zahl aufwies, die eine neue Ausschwemmung von Leukozyten ermöglichte. Ob diese weißen Blutkörperchen myelogene Lymphozyten (Pappenheim), ob es Myeloblasten (Nägeli) sind, das mag dahingestellt bleiben.

Was nun die anderen Arten von Leukozyten, Eosinophile und Mastzellen, betrifft, so zeigten sie ein viel unregelmäßigeres Verhalten wie die Polymorphkernigen und Lymphozyten. Die eosinophilen Leukozyten verschwanden gänzlich oder verminderten sich doch bei fortgesetzter Bestrahlung. Besonders interessant für das Verhalten der Eosinophilen war der Versuch Hund I, wo die Prozentzahl dieser Zellen vor der Bestrahlung ungewöhnlich hoch war (10 %). Sie verminderten sich nach $5^1/_2$ Stunden Bestrahlung auf 2 %, jedoch nach weiteren $4^1/_2$ Stunden stieg die Prozentzahl auf 4 %, um im Laufe von 2 Tagen nach der Bestrahlung die frühere Höhe zu erreichen. Die anderen Versuche dagegen zeigten nur kleinere Schwankungen in der Zahl der Eosinophilen, aber auch hier war eine ausgesprochene Tendenz zur Verminderung unverkennbar.

Die Mastzellen verminderten sich gewöhnlich nach kürzeren Sitzungen, ja sie fehlten sogar dann einige Male ganz in dem Blutbilde der Leukozyten, eine länger fortgesetzte Bestrahlung bewirkte dagegen meistens einen Anstieg dieser Zellen, wie es aus den Kaninchenversuchen zu ersehen ist. Auch das scheint im Zusammenhang mit der durch die Röntgenstrahlen erzeugten Beschleunigung der cytogenetischen Entwicklung der Zellen zu stehen. Die Mastzellen sind nun, wie es jetzt wohl allgemein angenommen wird, die am meisten differenzierten Zellen in der Leukozytenreihe, sie fallen daher schon nach kurzer Zeit der Röntgenwirkung anheim, da eine weitere Differenzierung nicht mehr möglich ist, während die längere Bestrahlung eine Neuentwicklung von Mastzellen aus den Vorstufen derselben zur Folge hat.

Überhaupt finden wir bei den Leukozyten das Bestreben, sich unter dem Einfluß der Röntgenstrahlen höher zu differenzieren; so sahen wir, wie schon oben erwähnt, bei fortgesetzter Bestrahlung im Blutbilde 5—6kernige, mitunter sogar 8kernige weiße Zellen.

worden, ständig ab. Der wahrscheinliche Grund dafür liegt wohl in der Rarefikation der spezifischen Knochenmarkselemente, wie sie unter länger dauernder Einwirkung der Röntgenstrahlen konstant gefunden wird.

Der Umstand, daß nur noch wenige reaktions- und produktionsfähige Zellen im Knochenmark vorhanden sind, bringt es mit sich, daß die absolute Vermehrung der Polymorphkernigen, die sonst jedesmal 2—3 Stunden nach dem Anfange der Bestrahlung aufzutreten pflegt, ständig geringer wird und somit begreiflicherweise auch die Gesamtzahl der Leukozyten im kreisenden Blute sich verringert.

Der andere Versuch zur Erklärung aller dieser Tatsachen, daß nämlich bei der Bestrahlung ein Leukotoxin im Blute der Tiere entstehe, das zuerst eine Hyperleukozytose hervorruft, ist ja durch die zahlreichen und in einwandsfreier Weise angestellten Versuche von C. Klienenberger und H. Zoeperitz als mißlungen zu betrachten.

Diese Autoren stellten im Gegensatz zu Linser und Helber und Curschmann und Gaupp fest, daß keine leukotoxischen Fermente im Blute der bestrahlten Tiere entstünden, und daß die angebliche Verminderung der Leukozyten in Vitro von Curschmann und Gaupp bei den Versuchen mit Serum eines bestrahlten Leukämiekranken nur die Folge der angewandten Technik und nicht genügender Sterilisation der zur Anwendung gekommenen Instrumente sei. Klieneberger und Zoepperitz fanden nämlich bei ihren Versuchen, daß es der Bacillus subtilis wäre, welcher die Zerstörung der Leukozyten in Vitro bewirkte und so das Vorhandensein eines Leukotoxins vortäuschte.

Die dritte mögliche Theorie für die schnellere Umwandlung der Lymphozyten in die Polymorphkernigen ist nicht ganz von der Hand zu weisen, da eine beschleunigte cytogenetische Entwicklung der Blutzellen mit Sicherheit besteht. Auch wir fanden nämlich, daß bei fortgesetzter Bestrahlung immer mehr Formen mit hoch modifizierten Kernen auftraten, ein Umstand, der, wie jetzt wohl allgemein angenommen wird, als Ausdruck des „Älterwerdens“ der in Betracht kommenden Zellen anzusehen ist. Aber der jetzige Stand der Kenntnisse von der Abstammung der einzelnen Leukozyten erlaubt noch keine endgültige Entscheidung, da noch so schroffe Gegensätze in den Ansichten über diesen Punkt bestehen (Ehrlich, Pappenheim, Nägeli).

so beträchtliche Zahl von Lymphozyten käme, wie sie im Ausstrichpräparat aus dem Herzblut nach dem Tode bei Versuch Ratte II konstatiert worden ist, während doch die Lymphfollikel sämtlicher Organe ganz verödet zu sein schienen. Es bleibt daher die Annahme übrig, daß wir hier mononukleäre Knochenmarkszellen vor uns haben, da das Knochenmark trotz einer starken Rarefikation seiner spezifischen Elemente doch noch Zellen in genügender Zahl aufwies, die eine neue Ausschwemmung von Leukozyten ermöglichte. Ob diese weißen Blutkörperchen myelogene Lymphozyten (Pappenheim), ob es Myeloblasten (Nägeli) sind, das mag dahingestellt bleiben.

Was nun die anderen Arten von Leukozyten, Eosinophile und Mastzellen, betrifft, so zeigten sie ein viel unregelmäßigeres Verhalten wie die Polymorphkernigen und Lymphozyten. Die eosinophilen Leukozyten verschwanden gänzlich oder verminderten sich doch bei fortgesetzter Bestrahlung. Besonders interessant für das Verhalten der Eosinophilen war der Versuch Hund I, wo die Prozentzahl dieser Zellen vor der Bestrahlung ungewöhnlich hoch war (10%). Sie verminderten sich nach $5^1/_2$ Stunden Bestrahlung auf 2%, jedoch nach weiteren $4^1/_2$ Stunden stieg die Prozentzahl auf 4%, um im Laufe von 2 Tagen nach der Bestrahlung die frühere Höhe zu erreichen. Die anderen Versuche dagegen zeigten nur kleinere Schwankungen in der Zahl der Eosinophilen, aber auch hier war eine ausgesprochene Tendenz zur Verminderung unverkennbar.

Die Mastzellen verminderten sich gewöhnlich nach kürzeren Sitzungen, ja sie fehlten sogar dann einige Male ganz in dem Blutbilde der Leukozyten, eine länger fortgesetzte Bestrahlung bewirkte dagegen meistens einen Anstieg dieser Zellen, wie es aus den Kaninchenversuchen zu ersehen ist. Auch das scheint im Zusammenhang mit der durch die Röntgenstrahlen erzeugten Beschleunigung der cytogenetischen Entwicklung der Zellen zu stehen. Die Mastzellen sind nun, wie es jetzt wohl allgemein angenommen wird, die am meisten differenzierten Zellen in der Leukozytenreihe, sie fallen daher schon nach kurzer Zeit der Röntgenwirkung anheim, da eine weitere Differenzierung nicht mehr möglich ist, während die längere Bestrahlung eine Neuentwicklung von Mastzellen aus den Vorstufen derselben zur Folge hat.

Überhaupt finden wir bei den Leukozyten das Bestreben, sich unter dem Einfluß der Röntgenstrahlen höher zu differenzieren; so sahen wir, wie schon oben erwähnt, bei fortgesetzter Bestrahlung im Blutbilde 5—6kernige, mitunter sogar 8kernige weiße Zellen.

Im Gegensatz zu den Leukozyten waren die Schwankungen in der Zahl der Erythrozyten, als der weniger gegen die Röntgenwirkung empfindlichen Blutbestandteile, nur gering und sind auf die Fehlerquellen der Zählmethode zurückzuführen.

Eine Ausnahme hiervon machten die Versuche Kaninchen IV, Ratte I und Hund I, von denen die beiden ersten nach einer längeren Bestrahlung eine Verminderung der Erythrozyten aufwiesen, die beim Kaninchen nach 20stündiger Exposition, bei Ratte I nach 7 Stunden ca. $2^1/_2$ Millionen per cbmm betrug. Hund I zeigte dagegen bei der letzten Zählung eine Vermehrung der roten Blutkörperchen auf ca. 1 Million per cbmm, was nicht ohne weiteres auf das Konto der Fehlerquellen der Zählmethode zu schieben ist, sondern es ist nicht ausgeschlossen, daß in diesem Falle eine wirkliche Steigerung der Erythrozyten eintrat, ähnlich wie sie bei vielen Fällen von Leukämie fast von sämtlichen Autoren, die sich mit der Behandlung dieser Krankheit mit Röntgenstrahlen befaßten, konstatiert worden ist.

In morphologischer Hinsicht zeigten die roten Blutkörperchen im allgemeinen nur geringe Veränderungen. Das auffälligste war das Verschwinden der Polychromatophilie und das Auftreten von Erythrozyten mit Chromatinkörncheneinschluß bei sämtlichen Mäusen und bei Ratten II und III. Dagegen war bei Kaninchen IV und Ratte I ein Deutlicherwerden der Polychromatophilie bei Anwesenheit von roten Blutkörperchen mit Chromatinkörnchen zu beobachten. Beide Tiere wiesen noch weitere Eigentümlichkeiten auf, indem bei Ratte I mit vermindertem Hämoglobingehalt und verminderter Erythrozytenzahl eine deutliche Poikylozytose, bei Kaninchen IV punktierte Erythrozyten am Ende der Bestrahlung auftraten.

Das Vorkommen von punktierten Erythrozyten in nur einem Versuche erlaubt selbstverständlich keine sicheren Schlüsse über die Veranlassung zu ihrer Entstehung, aber der Umstand, daß sie zusammen mit den Myelozyten auftraten, die doch für die Regenerationsbestrebungen des Knochenmarkes charakteristisch sind, legt die Vermutung nahe, daß es sich hierbei um keinen Degenerations-, sondern vielmehr um einen Regenerationsvorgang handelt.

Auch das Auftreten von Erythrozyten mit Chromatinkörncheneinschluß läßt eine zweifache Deutung zu. Da diese Chromatinkörnchen in letzter Instanz als Abkömmlinge der Erythrozytenkerne zu betrachten sind, wie wohl jetzt allgemein angenommen wird, so hängt ihr Vorkommen im Blute entweder mit der Verlangsamung der chromolytischen Prozesse in den Zellen zusammen oder diese